饲粮添加维生素E和酵母硒对黄羽肉种鸡产蛋性能、孵化性能及蛋中维生素E和硒沉积量的影响

林厦菁 蒋守群* 李 龙 陈 芳 苟钟勇 吴绮雯 范秋丽 蒋宗勇*

（广东省农业科学院动物科学研究所，畜禽育种国家重点实验室，农业部华南动物营养与饲料重点实验室，广东省动物育种与营养公共实验室，广东省畜禽育种与营养研究重点实验室，广州 510640）

摘 要：本试验旨在研究饲粮添加维生素E和酵母硒对黄羽肉种鸡产蛋性能、孵化性能及蛋中维生素E和硒（Se）沉积量的影响。试验采用3×3双因子设计，设3个维生素E水平（0、20、40 IU/kg）和3个Se水平（0、0.15、0.30 mg/kg）。选用32周龄快大型岭南黄羽肉鸡父母代种母鸡864只，根据产蛋率和体重一致性原则随机分成9个组，分别为$VE_{0}Se_{0}$组、$VE_{0}Se_{0.15}$组、$VE_{0}Se_{0.30}$组、$VE_{20}Se_{0}$组、$VE_{20}Se_{0.15}$组、$VE_{20}Se_{0.30}$组、$VE_{40}Se_{0}$组、$VE_{40}Se_{0.15}$组和$VE_{40}Se_{0.30}$组，每组6个重复，每个重复16只鸡。试验期8周。结果表明：1）饲粮中维生素E和Se水平对黄羽肉种鸡的体增重、平均日产蛋量、料蛋比、平均蛋重、产蛋率、破蛋率和不合格蛋率均无显著影响（$P>0.05$）。2）饲粮中维生素E和Se水平对黄羽肉种鸡的蛋长径、蛋短径、蛋白高度、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋黄重、蛋壳重和蛋壳厚度均无显著影响（$P>0.05$）。3）饲粮中维生素E和Se水平对黄羽肉种鸡的健雏出壳重、孵化率、弱雏率和受精率均无显著影响（$P>0.05$）。4）饲粮中维生素E水平对黄羽肉种鸡血浆MDA含量有显著影响（$P<0.05$），随饲粮中维生素E水平的升高血浆MDA含量呈降低趋势，其中维生素E水平为40 IU/kg时血浆MDA含量显著低于0 IU/kg时（$P<0.05$）；饲粮中维生素E和Se水平对血浆MDA含量有显著交互作用（$P<0.05$），其中$VE_{40}Se_{0}$组的血浆MDA含量显著低于$VE_{0}Se_{0.15}$和$VE_{0}Se_{0.30}$组（$P<0.05$）。5）随饲粮中维生素E和Se水平的升高，黄羽肉种鸡蛋中维生素E和Se含量显著增加（$P<0.05$）；饲粮中维生素E和Se水平对蛋中维生素E和Se含量有显著交互作用（$P<0.05$）。结果提示，维生素E可以提高黄羽肉种鸡的抗氧化水平，饲粮中维生素E和Se水平可以显著影响蛋中维生素E和Se的含量；建议在无任何应激因素刺激和不使用Se缺乏地区饲料原料的情况下，黄羽肉种鸡玉米–豆粕型饲粮可以不用额外添加维生素E和Se。

关键词：黄羽肉种鸡；维生素E；酵母硒；种蛋孵化

中图分类号：S831 文献标识码：A 文章编号：

收稿日期：2016-11-15

基金项目：国家肉鸡产业技术体系项目(CARS-42)；国家“十二五”科技支撑计划项目子课题(2014BAD13B02)；广东省科技攻关项目(2013B020306002)

作者简介：林厦菁（1988—），女，福建尤溪人，助理研究员，硕士，从事黄羽肉鸡营养研究。E-mail: 93783419@qq.com

*通信作者：蒋守群，研究员，硕士生导师，Email: jsqun3100@hotmail.com；蒋宗勇，研究员，博士生导师，E-mail: jiangz38@hotmail.com

维生素 E（VE）和微量元素硒（Se）是鸡必需的 2 种微量营养素。维生素 E 有缓解家禽应激、改善生长性能和提高繁殖性能等作用[1-3]。Se 是动物机体内多种硒蛋白质的功能成分，能够清理体内氧化物质，具有抗氧化和提高机体免疫功能等作用[4-5]。种鸡缺乏这 2 种微量营养素的其中 1 种，均会引起严重的机体应激反应[6]。目前有关种母鸡饲粮中维生素 E 和 Se 需要量的研究并不多。NRC(1994)提出产蛋种母鸡饲粮维生素 E 和 Se 的最低需要量分别为 10 和 0.05 mg/kg；张大为[6]提出产蛋种母鸡饲粮维生素 E 水平达到 4 mg/kg 即可满足正常生产和繁殖性能的需要，饲粮添加 0.35 mg/kg 有机硒可提高产蛋量；《鸡饲养标准》（NY/T 33—2004）以种鸡周龄为划分依据，推荐开产前 1~6 周龄、开产前 7~18 周龄、开产期（19 周龄至开产）和产蛋期种鸡饲粮维生素 E 需要量分别为 18、9、9 和 27 IU/mg，Se 需要量均为 0.27 mg/kg。不同品种、年龄阶段和饲养条件的种鸡对饲粮维生素 E 和 Se 的需要量存在一定的差异。多年来，本研究室一直对黄羽肉种鸡的营养需要进行着研究，目前已经开展了对蛋白质和能量[7]、钙[8]、磷[9]、锌[10]、赖氨酸[11]、蛋氨酸[12]、异亮氨酸[13]、维生素 A[14]等需要量的研究。鉴此，本试验在前期研究的基础上，对黄羽肉种鸡产蛋期维生素 E 和 Se 的需要量进行研究，填补黄羽肉种鸡维生素 E 和 Se 需要量研究的空白，为黄羽肉种鸡营养标准的制定和实际生产提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验动物与试验设计

试验采用 3×3 双因子设计，设 3 个维生素 E 水平（0、20、40 IU/kg）和 3 个 Se 水平（0、0.15、0.30 mg/kg）。选用 32 周龄快大型岭南黄羽肉鸡父母代种母鸡 864 只，根据产蛋率和体重一致性原则随机分成 9 个组，分别为 VE_0Se_0 组、$VE_0Se_{0.15}$ 组、$VE_0Se_{0.30}$ 组、$VE_{20}Se_0$ 组、$VE_{20}Se_{0.15}$ 组、$VE_{20}Se_{0.30}$ 组、$VE_{40}Se_0$ 组、$VE_{40}Se_{0.15}$ 组和 $VE_{40}Se_{0.30}$ 组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。

1.2 试验饲粮

试验采用玉米–豆粕型基础饲粮，各组饲粮中维生素 E 和 Se 水平按照试验设计确定，其他营养成分均参考《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)，参照中国饲料成分及营养价值表(第 26 版)和实测值设计饲粮配方。基础饲粮组成及营养水平见表 1，基础饲粮含 3.19 mg/kg 维生素 E、0.12 mg/kg Se。饲粮配置时，维生素 E 和 Se 按照不同添加水平等量替代预混料中的载体玉米芯粉，除维生素 E 和 Se 水平外，各组饲粮营养水平均相同。酵母硒由安琪酵母股份有限公司友情提供，Se 含量为 2 000 mg/kg。维生素 E 为维生素 E 乙酸酯，有效含量为 50%。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（饲喂基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet （as-fed basis）　　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	67.30
玉米蛋白粉 Corn gluten meal	3.00
豆粕 Soybean meal	18.00
DL-蛋氨酸 *DL*-Met (99%)	0.21
L-苏氨酸 *L*-Thr	0.15
石粉 Limestone	7.10
沸石粉 Zeolite powder	1.34
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.65
食盐 NaCl	0.25
预混料 Premix[1)]	1.00
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	
代谢能 ME/(MJ/kg)	11.91
粗蛋白质 CP	16.50
钙 Ca	3.00
总磷 TP	0.70
非植酸磷 NPP	0.40
赖氨酸 Lys	0.68
蛋氨酸 Met	0.39
蛋氨酸+半胱氨酸 Met+Cys	0.80
苏氨酸 Thr	0.55

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of the diet：VA 15 000 IU，VD_3 3 300 IU，VE 62.5 mg，VB_1 3 mg，VB_2 9 mg，VB_6 6 mg，VB_{12} 0.03 mg，烟酸 nicotinic acid 60 mg，泛酸钙 calcium pantothenate 18 mg，叶酸 folic acid 1.5 mg，生物素 biotin 0.36 mg，氯化胆碱 choline chloride 600 mg，Fe 80 mg，Cu 12 mg，Zn 75 mg，Mn 100 mg，I 0.35 mg，Se 0.15 mg。

[2)]营养水平为计算值。Nutrient levels were calculated values.

1.3　饲养管理

试验鸡饲养于广东省农业科学院畜牧研究所动物营养研究室种鸡试验舍内，3 层阶梯式笼养，每笼 2 只。试验鸡每天定量饲喂 1 次，每只每天的饲喂量为 130 g，乳头式饮水器供试验鸡自由饮水。试验期间，每天光照恒定 16 h，保持自然通风和栏舍清洁卫生。每天记录 06:00、12:00 和 18:00 的最高温度和最低温度、湿度及天气情况。每天观察试验鸡的健康状况，记录淘汰和死亡情况。试验鸡只按照常规饲养管理规程和免疫程序进行饲养和免疫。预试期 7 d，正试期 8 周。正式试验开始前一直用符合《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)营养水平的饲粮饲喂试验鸡。试验最后 2 周给种母鸡进行人工授精，输精时间为 16:00，输精量为 30 μL/只，每 2 天输 1 次精，种公鸡与种母鸡的比例为 1:30。

1.4　测定指标与方法

1.4.1　产蛋性能

试验开始和结束前 1 天 20:00 对试验鸡断料、供水，次日 08:00 以重复为单位称重，并统计试验期试验鸡的体增重和料蛋比。

料蛋比（%）=（试验期采食量/试验期产蛋量）×100。

试验期间，每天记录各重复鸡的产蛋数、日产蛋重、破蛋数和不合格蛋数；其中，不合格蛋包括破损蛋、软壳蛋、沙壳蛋、畸形蛋、双黄蛋和蛋中蛋等。产蛋性能的计算公式如下：

产蛋率(%)=（产蛋数/试验鸡只存栏数）×100；

平均日产蛋量(g)=产蛋率×平均蛋重；

平均蛋重(g)=总蛋重/总产蛋数；

破蛋率(%)=（破损蛋数/产蛋数）×100；

不合格蛋率(%)=（不合格蛋数/产蛋数）×100。

1.4.2　蛋品质

试验第 4 周和第 8 周末时，分别从每个重复中随机选取蛋样 4 枚，进行蛋品质检测。蛋壳厚度采用千分尺测量去壳膜后的蛋壳钝端、中端和尖端 3 个点厚度，取其平均值；然后剖离鸡蛋内容物，用吸水纸拭去蛋壳上黏附的蛋清，对蛋壳进行称重。用多功能蛋品质测定仪(以色列 ORKA 公司)测定蛋白高度和蛋黄颜色，用蛋黄分离器分离出完整蛋黄，对蛋黄进行称重。哈氏单位计算公式为：

$$哈氏单位=100\times\lg(H-1.7W^{0.37}+7.6)。$$

式中：H 为蛋白高度；W 为蛋重。

1.4.3　孵化性能

试验第 7 周开始分别从每个重复中分批次收取种蛋 50 枚进行孵化，记录各重复的光蛋数、出苗数、健雏数和雏鸡出壳重。孵化性能的计算公式如下：

受精率(%)=[(入孵蛋数–光蛋数)/入孵蛋数]×100；

孵化率(%)=（出苗数/入孵蛋数）×100；

弱雏率(%)=（弱雏数/入孵蛋数）×100。

1.4.4 血浆生化指标

结合试验期各重复试验鸡的产蛋水平，于试验结束时每重复选取 2 只接近平均产蛋率的试验鸡，翅静脉采血 6 mL，分离血浆，于–20 ℃冰箱保存。采用 Beckman 全自动生化分析仪(CX5 型，Beckman 仪器公司，美国)及相应分析试剂盒测定血浆丙二醛（MDA）含量和总超氧化物歧化酶（T-SOD）活性，具体检测方法参照试剂盒说明书进行，检测试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

1.4.5 蛋中维生素 E 和 Se 的含量

试验结束后，继续饲喂试验饲粮 1 d，VE_0Se_0 组、$VE_{40}Se_0$ 组、$VE_0Se_{0.30}$ 组和 $VE_{40}Se_{0.30}$ 每个重复收集 1 枚蛋，用于检测蛋中维生素 E 和 Se 的含量。利用氢化物–原子荧光光谱法(GB 5009—2010)测定饲粮和蛋中的 Se 含量，利用高效液相色谱法(GB 5009—2003)测定饲粮和蛋中的维生素 E 含量。

1.5 数据统计分析

试验数据采用 SPSS 17.0 软件中的 GLM 程序进行双因素方差分析，方差分析有显著效应时再进行 Duncan 氏多重比较分析。统计模型中包括维生素 E 水平、Se 水平、维生素 E 与 Se 水平的交互作用。各组试验数据均以“平均值±标准误(mean±SE)”表示，并以 $P<0.05$ 为差异显著性判定标准。

2 结 果

2.1 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡产蛋性能的影响

由表 2 可见，饲粮中维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡的体增重、平均日产蛋量、料蛋比、平均蛋重、产蛋率、破蛋率和不合格蛋率均无显著影响（$P>0.05$）；饲粮中维生素 E 和 Se 水平对产蛋性能无显著交互作用（$P>0.05$）。

表 2　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡产蛋性能的影响

Table 2　Effects of dietary vitamin E and Se levels on laying performance of yellow-feathered broiler breeders

项目 Items		体增重 Weight gain/kg	平均日产蛋量 Average daily egg mass/g	料蛋比 Feed/egg	平均蛋重 Average egg weight/g	产蛋率 Laying rate/%	破蛋率 Broken egg rate/%	不合格蛋率 Unqualified egg rate/%
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)							
0	0	0.18±0.02	37.96±1.40	3.45±0.13	60.30±0.36	62.93±2.00	0.66±0.10	3.59±0.95
20	0	0.18±0.03	37.69±1.37	3.47±0.12	60.07±0.60	63.04±1.81	0.84±0.13	3.90±0.85
40	0	0.13±0.03	38.75±1.11	3.37±0.10	60.12±0.56	64.39±2.03	0.69±0.90	4.78±1.85
0	0.15	0.14±0.01	37.81±0.78	3.45±0.07	60.28±0.42	62.77±1.44	0.60±0.12	4.85±1.51
20	0.15	0.13±0.02	39.26±0.52	3.31±0.04	60.27±0.35	65.92±0.60	0.59±0.15	3.47±0.76
40	0.15	0.13±0.02	39.38±0.81	3.31±0.07	60.32±0.28	65.30±1.57	0.47±0.13	3.43±1.11
0	0.30	0.17±0.03	38.67±1.80	3.40±0.18	60.03±0.19	64.73±3.04	0.72±0.05	4.36±1.16
20	0.30	0.13±0.01	37.37±0.78	3.49±0.07	59.96±0.38	62.83±1.32	0.62±0.10	3.06±1.07
40	0.30	0.13±0.01	39.78±1.00	3.28±0.07	60.51±0.33	65.57±1.45	0.81±0.38	3.91±0.75
主效应 Main effect								

维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	0.16±0.01	38.15±0.76	3.43±0.07	60.26±0.19	63.48±1.24	0.66±0.05	4.27±0.68
	20	0.15±0.01	38.11±0.56	3.42±0.05	60.00±0.25	63.93±0.80	0.69±0.07	3.47±0.50
	40	0.13±0.01	39.31±0.54	3.32±0.05	60.31±0.22	65.15±0.93	0.66±0.14	4.04±0.73
酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)	0	0.16±0.06	38.13±0.71	3.43±0.06	60.16±0.28	63.45±1.07	0.73±0.08	4.09±0.72
	0.15	0.14±0.04	38.82±0.42	3.36±0.04	60.29±0.19	64.66±0.77	0.55±0.07	3.92±0.65
	0.30	0.14±0.06	38.61±0.73	3.39±0.07	60.17±0.18	64.44±1.17	0.72±0.13	3.78±0.56
变异来源 Source of variation								
维生素 E Vitamin E		0.133	0.315	0.301	0.792	0.484	0.973	0.670
酵母硒 Selenoyeast		0.241	0.739	0.670	0.899	0.673	0.354	0.942
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast		0.350	0.796	0.801	0.992	0.829	0.885	0.967

同列数据肩标相同或无字母表示差异不显著(P＞0.05)，不同小写字母表示差异显著(P＜0.05)。下表同。

In the same column, values with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05). The same as below.

2.2　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响

由表 3 和表 4 可见，在试验第 4 周和第 8 周末，饲粮中维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡的蛋长径、蛋短径、蛋白高度、蛋黄颜色、哈氏单位、蛋黄重、蛋壳重和蛋壳厚度均无显著影响（*P*>0.05）；饲粮中维生素 E 和 Se 水平对蛋品质无显著交互作用（*P*>0.05）。

表 3　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响（第 4 周末）

Table 3　Effects of dietary vitamin E and Se levels on egg quality of yellow-feathered broiler breeders at the end of the 4th week

项目 Items									
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast /(mg/kg)	蛋长径 Egg long diameter/cm	蛋短径 Egg short diameter/cm	蛋白高度 Albumen height/mm	蛋黄颜色 Yolk color	哈氏单位 Haugh unit	蛋黄重 Yolk weight/g	蛋壳重 Eggshell weight/g	蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm
0	0	59.05±0.45	43.21±1.04	5.59±0.23	9.11±0.11	72.42±1.76	17.84±0.28	5.03±0.09	0.300±0.004
20	0	56.22±0.52	43.41±0.96	5.43±0.19	9.06±0.10	70.93±1.50	18.58±0.36	5.36±0.07	0.320±0.004
40	0	56.10±0.47	43.64±1.04	5.36±1.16	9.00±0.11	68.98±3.34	18.06±0.36	5.26±0.07	0.310±0.004
0	0.15	56.73±0.34	43.28±0.23	5.11±0.25	9.13±0.09	67.63±2.37	18.68±0.27	5.09±0.10	0.300±0.004
20	0.15	56.49±0.55	43.48±0.23	5.56±0.21	9.00±0.12	71.78±1.79	17.97±0.37	5.12±0.09	0.310±0.005
40	0.15	56.90±0.45	43.84±0.22	5.49±0.21	9.00±0.08	70.26±1.75	18.97±0.41	5.17±0.09	0.310±0.015
0	0.30	56.80±0.38	43.61±0.21	5.31±0.10	9.22±0.10	69.75±0.97	18.58±0.18	5.31±0.11	0.320±0.007

20	0.30	57.24±0.44	43.40±0.23	5.57±0.17	9.00±0.00	71.64±1.46	18.39±0.34	5.17±0.06	0.300±0.004
40	0.30	56.23±0.43	43.22±1.17	5.09±0.20	9.00±0.08	68.31±1.56	17.92±0.38	5.07±0.10	0.300±0.005
主效应 Main effect									
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	56.51±0.23	43.40±0.13	5.37±0.11	9.15±0.06	70.19±1.00	18.34±0.16	5.14±0.06	0.310±0.003
	20	56.65±0.29	43.43±0.13	5.52±0.11	9.02±0.05	71.45±0.90	18.31±0.20	5.55±0.04	0.310±0.003
	40	56.41±0.26	43.57±0.14	5.32±0.13	9.00±0.05	69.18±1.34	19.34±1.07	5.14±0.05	0.300±0.005
酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)	0	56.12±0.27	43.42±0.14	5.46±0.13	9.06±0.06	70.78±1.34	18.14±0.19	5.22±0.05	0.310±0.003
	0.15	56.68±0.26	43.57±0.13	5.41±0.13	9.04±0.05	70.12±1.11	18.51±0.22	5.13±0.05	0.310±0.005
	0.30	56.76±0.24	43.41±0.14	5.32±0.10	9.07±0.04	69.90±0.79	18.29±0.18	5.15±0.06	0.310±0.003
变异来源 Source of variation									
维生素 E Vitamin E		0.812	0.655	0.792	0.101	0.348	0.429	0.495	0.209
酵母硒 Selenoyeast		0.170	0.640	0.899	0.892	0.841	0.416	0.481	0.465
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast		0.578	0.596	0.584	0.672	0.677	0.187	0.100	0.124

表 4 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋品质的影响（第 8 周末）

Table 4 Effects of dietary vitamin E and Se levels on egg quality of yellow-feathered broiler breeders at the end of the 8th week

项目 Items		蛋长径 Egg long diameter/cm	蛋短径 Egg short diameter/cm	蛋白高度 Albumen height/mm	蛋黄颜色 Yolk color	哈氏单位 Haugh unit	蛋黄重 Yolk weight/g	蛋壳重 Eggshell weight/g	蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast/ (mg/kg)								
0	0	57.69±0.45	44.27±0.22	6.00±0.21	7.17±0.23	73.59±1.95	18.94±0.27	5.36±0.08	0.380±0.007
20	0	58.03±0.30	44.46±0.21	6.01±0.19	7.54±0.19	73.61±1.47	19.83±0.31	5.52±0.08	0.310±0.004
40	0	57.94±0.36	44.13±0.18	5.75±0.19	7.39±0.26	71.86±1.59	19.70±0.30	5.39±0.07	0.310±0.004
0	0.15	57.10±0.37	43.93±0.19	5.49±0.19	7.54±0.22	69.90±2.27	18.70±0.26	5.27±0.08	0.310±0.005
20	0.15	57.34±0.20	44.53±0.22	5.70±0.14	7.71±0.19	71.60±1.26	19.25±0.34	5.42±0.06	0.310±0.004
40	0.15	58.06±0.35	44.49±0.21	5.89±0.24	7.46±0.22	72.62±1.25	19.42±0.25	5.31±0.09	0.300±0.005
0	0.30	57.89±0.35	44.32±0.21	5.50±0.19	7.74±0.22	67.16±3.01	19.46±0.21	5.48±0.09	0.310±0.005
20	0.30	57.28±0.35	44.25±0.23	5.54±0.17	7.38±0.23	69.55±2.14	19.41±0.29	5.33±0.09	0.300±0.005
40	0.30	57.83±0.32	45.00±0.62	5.70±0.17	7.48±0.23	71.50±1.31	18.78±0.29	5.32±0.08	0.300±0.004
主效应 Main effect									

维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	57.56±0.23	44.17±0.12	5.66±0.11	7.48±0.13	70.26±1.42	19.03±0.15	5.37±0.05	0.330±0.023
	20	57.55±0.17	44.41±0.13	5.75±0.12	7.54±0.12	71.59±0.97	19.47±0.18	5.42±0.04	0.310±0.003
	40	57.95±0.26	44.54±0.23	5.78±0.10	7.44±0.13	72.00±0.79	19.33±0.17	5.34±0.05	0.300±0.003
酵母硒 Selenoyeast/ (mg/kg)	0	57.89±0.21	44.29±0.12	5.92±0.11	7.37±0.13	73.04±0.97	19.49±0.17	5.42±0.04	0.330±0.023
	0.15	57.50±0.19	44.32±0.12	5.69±0.10	7.57±0.12	71.38±0.96	19.12±0.17	5.34±0.04	0.310±0.003
	0.30	57.67±0.20	44.52±0.23	5.58±0.11	7.53±0.13	69.41±1.30	19.22±0.16	5.37±0.05	0.310±0.003
变异来源 Source of variation									
维生素 E Vitamin E		0.279	0.274	0.738	0.856	0.503	0.146	0.431	0.293
酵母硒 Selenoyeast		0.391	0.547	0.077	0.487	0.064	0.262	0.406	0.279
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast		0.386	0.354	0.322	0.756	0.289	0.052	0.398	0.457

2.3 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡种蛋孵化性能的影响

由表 5 可见，饲粮中维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡健雏出壳重、孵化率、弱雏率和受精率均无显著影响（P>0.05）；饲粮中维生素 E 和 Se 水平对种蛋孵化性能无显著交互作用（P>0.05）。

表 5 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡种蛋孵化性能的影响

Table 5 Effects of dietary vitamin E and Se levels on egg hatching performance of yellow-feathered broiler breeders

项目 Items		健雏出壳重 Healthy chick birth weight/g	孵化率 Hatchability/%	弱雏率 Altricial rate%	受精率 Fertilization rate/%
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)				
0	0	42.41±0.42	85.58±2.26	1.60±0.77	94.55±2.78
20	0	42.02±0.39	89.42±1.47	0.96±0.43	96.79±1.07
40	0	42.14±0.36	87.18±2.31	0.64±0.41	98.08±0.86
0	0.15	42.07±0.38	83.97±3.09	0.96±0.66	97.12±1.29
20	0.15	41.52±0.22	87.82±3.24	1.28±0.64	98.08±1.22
40	0.15	42.62±0.38	80.45±3.20	1.92±0.70	94.87±1.54
0	0.30	42.19±0.23	88.46±0.99	0.96±0.43	95.19±0.66
20	0.30	42.02±0.43	83.33±2.26	0.96±0.66	98.40±0.59
40	0.30	42.24±0.19	84.29±2.78	1.28±0.41	95.83±1.35
主效应 Main effect					
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	42.22±0.19	84.62±1.60	1.18±0.35	95.62±1.01
	20	41.85±0.20	85.47±1.57	1.07±0.32	97.76±0.56
	40	42.33±0.18	82.59±1.88	1.28±0.31	96.26±0.77
酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)	0	42.19±0.22	86.43±1.34	1.07±0.32	96.47±1.03
	0.15	42.07±0.21	82.16±2.11	1.39±0.37	96.69±0.80
	0.30	42.15±0.16	84.08±1.41	1.07±0.28	96.47±0.61

变异来源 Source of variation				
维生素 E Vitamin E	0.196	0.468	0.167	0.900
酵母硒 Selenoyeast	0.904	0.200	0.978	0.727
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast	0.549	0.578	0.596	0.584

2.4 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

由表 6 可见，饲粮中维生素 E 水平对黄羽肉种鸡血浆 MDA 含量有显著影响（P<0.05）；随饲粮中维生素 E 水平的升高血浆 MDA 含量呈降低趋势，其中维生素 E 水平为 40 IU/kg 时血浆 MDA 含量显著低于 0 IU/kg 时（P<0.05）。饲粮中维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡血浆 MDA 含量有显著交互作用（P<0.05），其中 $VE_{40}Se_0$ 组的血浆 MDA 含量显著低于 $VE_0Se_{0.15}$ 和 $VE_0Se_{0.30}$ 组（P<0.05）。

表 6 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

Table 6 Effects of dietary vitamin E and Se levels on biochemical parameters in plasma of yellow-feathered broiler breeders

项目 Items		丙二醛 MDA/(nmol/mL)	超氧化物歧化酶 T-SOD/(U/mL)
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)		
0	0	4.34±0.28[ab]	130.85±6.60
20	0	3.97±0.27[ab]	133.98±6.36
40	0	2.72±0.25[b]	123.32±4.36
0	0.15	5.23±0.59[a]	141.37±6.52
20	0.15	4.56±0.59[ab]	132.71±9.52
40	0.15	3.47±0.48[ab]	148.88±3.85
0	0.30	5.15±0.76[a]	144.97±4.48
20	0.30	3.87±0.29[ab]	130.62±6.31
40	0.30	4.04±0.64[ab]	135.05±6.12
主效应 Main effect			

维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	4.91±0.33^{a}	139.30±3.46
	20	3.98±0.26^{ab}	126.19±5.91
	40	3.55±0.31^{b}	135.11±3.76
酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)	0	3.67±0.24	128.43±3.47
	0.15	4.42±0.33	138.41±5.31
	0.30	4.35±0.18	133.55±4.77
变异来源 Source of variation			
维生素 E Vitamin E		0.006	0.118
酵母硒 Selenoyeast		0.168	0.314
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast		0.019	0.160

2.5 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋中维生素 E 和 Se 含量的影响

由表 7 可见，随饲粮中维生素 E 和 Se 水平的升高，黄羽肉种鸡蛋中维生素 E 和 Se 含量显著增加（P<0.05）；饲粮中维生素 E 和 Se 水平对蛋中维生素 E 和 Se 含量有显著交互作用（P<0.05）。

表 7 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋中维生素 E 和 Se 含量的影响

Table 7 Effects of dietary vitamin E and Se levels on vitamin E and Se contents in egg of yellow-feathered broiler breeders

项目 Items		维生素 E Vitamin E/(mg/kg)	硒 Selenium/(mg/kg)
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)		
0	0	6.16±0.99^{b}	1.03±0.05^{b}
40	0	29.30±2.12^{a}	1.05±0.04^{b}
0	0.30	9.86±0.98^{b}	1.49±0.08^{a}
40	0.30	27.83±2.79^{a}	1.41±0.07^{a}

主效应 Main effect			
维生素 E Vitamin E/(IU/kg)	0	8.01±0.87^{b}	1.26±0.08
	40	28.57±1.60^{a}	1.23±0.07
酵母硒 Selenoyeast/(mg/kg)	0	17.73±3.66	1.04±0.03^{b}
	0.30	18.85±3.05	1.45±0.05^{a}
变异来源 Source of variation			
维生素 E Vitamin E		<0.001	0.782
酵母硒 Selenoyeast		0.816	<0.001
维生素 E×酵母硒 Vitamin E×selenoyeast		<0.001	<0.001

3 讨 论

3.1 饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡产蛋性能的影响

蔡娟等[15]发现，海兰褐蛋鸡饲喂不同水平酵母硒饲粮对产蛋率、平均蛋重和料蛋比均无显著影响。研究也发现，北京油鸡和罗曼粉杂交产蛋母鸡饲喂 0.3~5.0 mg/kg 酵母硒饲粮对产蛋性能无显著影响[16]。在大恒种鸡和来航鸡的研究中也发现饲粮中 Se 水平对种鸡产蛋性能无显著影响[17-18]。以上研究结果说明饲粮中 Se 水平对种鸡的产蛋性能无显著影响，与本试验结果相一致。呙于明等[19]研究发现，饲粮中添加不同水平的维生素 E(4、14 和 24 mg/kg)对产蛋种母鸡的产蛋性能无显著影响。张宏馨等[20]研究发现，给海兰褐种母鸡饲喂 0~320 IU/kg 维生素 E 饲粮，发现 160 和 320 IU/kg 维生素 E 可显著提高产蛋率，而 0~80 IU/kg 维生素 E 对产蛋性能无显著影响。以上研究结果说明，高剂量维生素 E 对母鸡的产蛋率有提高作用，但低剂量维生素 E 对母鸡的产蛋性能无显著影响。本试验结果显示，饲粮中添加不同水平的维生素 E 对黄羽肉种鸡的产蛋性能无显著影响，分析原因可能是本试验中维生素 E 的添加水平相近于《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)的推荐水平(27 IU/kg)，未表现出高剂量维生素 E 对产蛋性能的提高作用。

3.2　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡蛋品质和蛋中维生素 E 和 Se 沉积量的影响

本试验结果显示，饲粮不同水平维生素 E 和 Se 对黄羽肉种鸡的蛋品质无显著影响，但对蛋中维生素 E 和 Se 的沉积量有显著影响，随饲粮中维生素 E 和 Se 水平的升高，蛋中维生素 E 和 Se 含量显著增加。谭芳等[21]研究发现，饲粮中添加 1.0~2.0 mg/kg Se 和 83.32~166.64 IU/kg 维生素 E 对蛋鸡的蛋重无显著影响，但是显著增加了 Se 和维生素 E 在蛋中的沉积量。研究也发现，蛋鸡饲粮中添加不同水平的酵母硒对蛋品质无显著影响，但显著提高了蛋黄中 Se 含量[22-25]。研究认为，饲粮中添加不同水平的维生素 E 对种鸡的蛋黄颜色、哈氏单位、蛋壳厚度和蛋壳重均无显著影响，但能增加蛋黄中维生素 E 的沉积量[26-27]。本试验结果提示，提高饲粮维生素 E 和 Se 水平可以提高蛋中维生素 E 和 Se 的含量。

3.3　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡种蛋孵化性能的影响

研究发现，饲粮中添加 0、20、40、80 和 160 IU/kg 维生素 E 对蛋鸡的孵化率、受精率和后代鸡的出壳重无显著影响，当维生素 E 添加水平达到 320 IU/kg 时，可显著提高种蛋受精率和孵化率[20]；肉种母鸡饲粮中添加 100 IU/kg 维生素 E 能够提高雏鸡出壳重[28]。Wahyuni 等[29]报道，饲粮中添加维生素 E 可以提高母鸡种蛋的孵化率。但有研究认为，种鸡饲粮中添加 30 mg/kg 维生素 E 能够提高种蛋受精率，但是对孵化率和雏鸡出壳重并无显著影响[30]。以上研究结果说明，维生素 E 在高剂量添加时能够提高种蛋的孵化性能，而本试验中维生素 E 的添加水平并不高，所以对种蛋的孵化性能无显著影响，这一点与产蛋性能的结果相似。本试验中，饲粮添加不同水平 Se 对种蛋的孵化性能无显著影响。张福平等[31]研究发现，贵州黄母鸡饲粮中添加 0.5 mg/kg 有机硒对受精率和孵化率无显著影响。但有研究报道认为，饲粮中添加总 Se 量达到 0.9~1.3 mg/kg 可显著提高种蛋的受精率和出雏率[32]。还有研究发现，当饲粮中蛋氨酸硒的添加水平超过 0.25 mg/kg 时，种蛋的孵化性能随蛋氨酸硒添加水平的增加而降低[17]。综合以上研究报道结果，Se 对于种蛋孵化性能影响的研究结果并不一致，可能与种鸡的品种、周龄、饲养条件和 Se 的来源不同有关。

3.4　饲粮维生素 E 和 Se 水平对黄羽肉种鸡血浆生化指标的影响

维生素 E 能够增强体内抗氧化酶的活性，保护细胞膜免受自由基的损伤从而有效提高家禽机体的抗氧化功能[33-34]。Se 不仅能够作为抗氧化酶系的组成成分，提高谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)和过氧化氢酶(CAT)的活性从而发挥抗氧化作用，同时可以通过直接清除血

液中的自由基来抵抗自由基对机体的损伤作用[35-37]。本试验结果显示，饲粮中维生素 E 水平对黄羽肉种鸡血浆 MDA 含量有显著影响，随饲粮维生素 E 水平的升高血浆 MDA 含量呈降低趋势，且饲粮中维生素 E 和 Se 水平对血浆 MDA 含量有显著交互作用。研究报道，饲粮中添加维生素 E 能够提高机体 T-SOD 和 GSH-Px 的活性，降低 MDA 的含量[38-39]。还有研究则认为在冷应激或者免疫应激状态下，饲粮中添加维生素 E 缓解应激作用显著[6,40]。本试验结果提示，提高饲粮中维生素 E 水平能够降低血浆 MDA 含量，从而缓解黄羽肉种鸡的氧化应激。

3.5 黄羽肉种鸡维生素 E 和 Se 需要量探讨

本试验结果显示，饲粮中添加 0、20、40 IU/kg 维生素 E 对黄羽肉种鸡的产蛋性能、蛋品质和种蛋孵化性能均无显著影响，说明饲粮中不添加维生素 E 对黄羽肉种鸡的产蛋性能、蛋品质和种蛋孵化性能并无负面影响。目前有关维生素 E 在种鸡或者蛋鸡上的研究，大多为过量添加维生素 E 会影响产蛋性能和孵化性能，而完全不添加维生素 E 的研究报道则较少。张宏馨等[20]研究发现，饲粮中添加 0、20、40、80、160 和 320 mg/kg 维生素 E，其中 0、20、40 mg/kg 维生素 E 对产蛋性能无显著影响，0~160 mg/kg 维生素 E 对孵化性能无显著影响。韩慕俊[41]研究认为，蛋鸡饲粮中维生素 E 的需要量在无应激因素存在时是很低的，若免疫应激的强度不大且持续时间不长，只能导致一段时间内采食量的下降，对产蛋性能无显著影响。分析原因为：1）维生素 E 是脂溶性维生素，而脂溶性维生素可在体内大量贮存，且脂溶性维生素排泄的速度缓慢。在本试验开始前，试验用黄羽肉种鸡饲喂的饲粮符合《鸡饲养标准》(NY/T 33—2004)营养需要，维生素 E 充足且在体内有一定的贮存量。2）维生素 E 的主要作用是抗氧化和促进生殖器官发育，随着种鸡年龄的增长，机体自身的抵抗力增加，生殖器官也发育成熟，种鸡通过维生素 E 增加机体免疫力而提高产蛋性能的作用减弱。研究结果也显示，只有在种鸡或蛋鸡处于应激状态下，维生素 E 缓解应激的作用才显著[42-43]。

本试验饲粮中添加 0、0.15、0.30 mg/kg Se 对黄羽肉种鸡的产蛋性能、蛋品质和种蛋孵化性能均无显著影响，说明饲粮中不添加 Se 对黄羽肉种鸡的产蛋性能、蛋品质和种蛋孵化性能并无负面影响。美国 NRC(1994)确定肉种母鸡的 Se 最低需要量为 0.05 mg/kg，而本试验基础饲粮中 Se 含量为 0.12 mg/kg，说明用非缺 Se 地区生产出的饲料原料配制而成的饲粮中 Se 含量已经达到黄羽肉种鸡的需求量。在实际养殖生产中，Se 缺乏症也主要发生在肉鸡

生长过程中，对于开产种鸡 Se 缺乏症少有发现，所以种鸡处于正常的生理状态下，普通的玉米–豆粕型饲粮(非缺 Se 地区饲料原料)中 Se 含量已经可以满足需求量。

饲粮中微量元素主要由原料中的微量元素和添加的微量元素 2 部分组成，但是实际生产中往往忽略了原料中的微量元素，从而引起了微量元素的过量添加，既造成微量元素的浪费和饲粮成本的增加，同时还给环境带来了污染。目前已有许多研究开始关注微量元素的过量添加问题和基础饲粮中微量元素的含量[44-46]。本试验基础饲粮中含维生素 E 3.19 mg/kg、Se 0.12 mg/kg，与其他添加维生素 E 和 Se 的试验组相比，产蛋性能、蛋品质和种蛋孵化性能均无显著差异。因此，在无任何应激因素刺激和不使用 Se 缺乏地区饲料原料的情况下，玉米–豆粕型基础饲粮中的维生素 E 和 Se 含量已经能满足黄羽肉种鸡的需要量。

4 结 论

综合所有试验结果，维生素 E 可以提高黄羽肉种鸡的抗氧化水平，饲粮中维生素 E 和 Se 水平可以显著影响蛋中维生素 E 和 Se 的含量；建设在无任何应激因素刺激和不使用 Se 缺乏地区饲料原料的情况下，黄羽肉种鸡的玉米–豆粕型饲粮可以不用额外添加维生素 E 和 Se。

参考文献：

[1] SALARY J,SAHEBI-ALA F,KALANTAR M,et al.*In ovo* injection of vitamin E on post-hatch immunological parameters and broiler chicken performance[J].Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine,2014,4(Suppl.2):S616–S619.

[2] HSIEH C L,CHEN K C,LIN P X,et al.Resveratrol and vitamin E rescue valproic acid-induced teratogenicity:the mechanism of action[J].Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology,2014,41(3):210–219.

[3] 郭小虎,张宏馨,陈辉,等.维生素 E 对蛋种鸡卵巢等级前颗粒细胞增殖的影响[J].中国家禽,2013,35(4):10–13.

[4]FERGUSON L R,LAING W A.Chronic inflammation,mutation and human disease[J].Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis,2010,690(1/2):1–2.

[5]WU R J,ZHAN X A,WANG Y X,et al.Effect of different selemethionine forms and levels on performance of breeder hens and Se distribution of tissue and egg inclusion[J].Biological Trace

Element Research,2011,143(2):923–931.

[6] 张大为.饲粮添加 VE 和硒对固始鸡生长、免疫和抗氧化机能的影响[D].硕士学位论文.郑州:河南农业大学,2013:18–19.

[7] 朱翠,蒋宗勇,蒋守群,等.日粮代谢能和蛋白质水平对 30~39 周龄岭南黄羽肉种鸡繁殖性能的影响[J].中国农业科学,2012,45(1):159–169.

[8] 洪平,周桂莲,蒋守群,等.饲粮钙水平对 49~56 周龄黄羽肉种鸡繁殖性能和胫骨性能的影响[J].动物营养学报,2013,25(2):310–318.

[9] 蒋守群,蒋宗勇,郑春田,等.饲粮非植酸磷水平对 39~46 周龄黄羽肉种母鸡繁殖性能、胫骨指标和血浆生化指标的影响[J].动物营养学报,2015,27(2):559–568.

[10] 李龙,蒋守群,苟钟勇,等.不同锌添加水平对黄羽肉种鸡生产性能、孵化性能和血清抗氧化性能的影响[C]//营养与饲料:第十七次全国家禽学术讨论会论文集.重庆:中国畜牧兽医学会家禽学分会,2015:39.

[11] 阮栋,周桂莲,蒋守群,等.饲粮赖氨酸水平对 60~67 周龄黄羽肉种鸡产蛋性能、蛋品质、血液生化及孵化性能的影响[C]//动物营养与产品安全(禽):第十一次全国动物营养学术研讨会论文集.长沙:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2012:138.

[12] 洪平,蒋守群,胡友军,等.46~53 周龄黄羽肉种鸡蛋氨酸需要量研究[J].中国畜牧杂志,2013,49(23):31–35.

[13] 林厦菁,蒋守群,苟钟勇,等.饲粮异亮氨酸水平对黄羽肉种母鸡生产性能、血液生化指标的影响[C]//家禽饲料营养:第七届中国饲料营养学术研讨会论文集.郑州:中国畜牧兽医学会动物营养学分会,2014:388.

[14] CHEN F,JIANG Z Y,JIANG S Q,et al.Dietary vitamin A supplementation improved reproductive performance by regulating ovarian expression of hormone receptors,caspase-3 and Fas in broiler breeders[J].Poultry Science,2016,95(1):30–40.

[15] 蔡娟,卢建,施寿荣,等.酵母硒和亚硒酸钠对蛋鸡生产性能、蛋品质和蛋硒含量的影响[J].动物营养学报,2014,26(12):3793–3798.

[16] 崔国强,王海宏,初芹,等.不同硒源及硒水平对产蛋鸡生产性能和蛋品质的影响[J].中国畜牧兽医,2012,39(9):98–101.

[17] 余丹,邹成义,殷勤,等.蛋氨酸硒对大恒肉种鸡繁殖性能的影响[J].动物营养学报,2014,26(11):3414–3419.
[18] PATTON N D.Organic selenium in the nutrition of laying hens:effects on egg selenium content,egg quality and transfer to developing chick embryo[D].Ph.D.Thesis.Lexington:University of Kentucky,2000:12–18.
[19] 呙于明,袁建敏.产蛋种鸡日粮中不同水平维生素 E 与有机和无机硒的效果研究[J].中国畜牧杂志,1998,34(5):10–12.
[20] 张宏馨.维生素 E 对种母鸡繁殖性能的影响及其机理研究[D].博士学位论文.保定:河北农业大学,2013.
[21] 谭芳,李荣文,范石军.硒和维生素 E 对蛋鸡生产性能及其在蛋中沉积的影响[J].饲料博览,1997(2):3–6.
[22] 何柳青,魏艳红,汪加明,等.酵母硒对绿壳蛋鸡生产性能、蛋品质、抗氧化能力及蛋黄硒含量的影响[J].中国饲料,2012(11):26–29.
[23] 王宏祥,潘翠玲,王昕,等.富硒酵母对蛋鸡生产性能、全血 GPX 活性和鸡蛋硒含量的影响[J].天津农学院学报,2013,20(3):19–21.
[24] PAPPAS A C,KARADAS F,SURAI P F,et al.The selenium intake of the female chicken influences the selenium status of her progeny[J].Comparative Biochemistry and Physiology Part B:Biochemistry and Molecular Biology,2005,142(4):465–474.
[25] PAN C L,ZHAO Y X,LIAO S F,et al.Effect of selenium-enriched probiotics on laying performance,egg quality,egg selenium content,and egg glutathione peroxidase activity[J].Journal of Agricultural and Food Chemistry,2011,59(21):11424–11431.
[26] MOHITI-ASLI M,SHARIATMADARI F,LOTFOLLAHIAN H,et al.Effects of supplementing layer hen diets with selenium and vitamin E on egg quality,lipid oxidation and fatty acid composition during storage[J].Canadian Journal of Animal Science,2008,88(3):475–483.
[27] ASLI M M,HOSSEINI S A,LOTFOLLAHIAN H,et al.Effect of probiotics,yeast,vitamin E and vitamin C supplements on performance and immune response of laying hen during high environmental temperature[J].International Journal of Poultry Science,2007,6(12):895–900.

[28] 安胜英,呙于明,孙秋娟,等.种鸡日粮中多不饱和脂肪酸和维生素 E 对种蛋品质及后代仔鸡生理特征的影响[C]//第六次全国饲料营养学术研讨会论文集.北京:中国畜牧兽医学会,2010.

[29] WAHYUNI H I,SUTHAMA N,MANGISAH I,et al.Egg quality and hatchability of *in situ*-reared Kedu and Cemani hens fed diet of farmer formulation supplemented with vitamin E[J].Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture,2011,36(1):61–68.

[30] IRIYANTI N,ZUPRIZAL Z,YUWANTA T,et al.The effect of vitamin E supplementation in ration containing manhadden fish oil and kernel palm oil on fertility,hatchability and hatch weight of native chicken's eggs[J].Animal Production,2007,9(1):1256–1258.

[31] 张福平,华时尚,傅筑荫.添加有机硒对种鸡繁殖性能和蛋品质的影响[J].贵州畜牧兽医,2007,31(5):4–5.

[32] 崔国强.富硒饲料对种鸡繁殖性能及鸡蛋品质的影响[D].硕士学位论文.邯郸:河北工程大学,2012.

[33] MOEINI M M,JALILIAN M T.Effect of selenium and vitamin E injection during late pregnancy on immune system and productive performances of Sanjabi ewes and their lambs[J].Global Journal of Animal Scientific Research,2014,2(3):210–219.

[34] POMPEU M A,BAIÃO N C,LARA L J C,et al.Effect of vitamin E supplementation on the performance of broiler chickens[J].Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,2015,67(2):506–510.

[35] FERGUSON L R.Chronic inflammation and mutagenesis[J].Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis,2010,690(1/2):3–11.

[36] LIU S,XU F P,YANG Z J,et al.Cadmium-induced injury and the ameliorative effects of selenium on chicken splenic lymphocytes:mechanisms of oxidative stress and apoptosis[J].Biological Trace Element Research,2014,160(3):340–351.

[37] ZIA M W,KHALIQUE A,NAVEED S,et al.Impact of selenium supplementation on productive performance and egg selenium status in native Aseel chicken[J].Italian Journal of Animal Science,2016,15(4):649–657.

[38] 吴迪.天然 VE 及合成 VE 对蛋鸡抗氧化及繁殖性能的影响[D].硕士学位论文.南京:南京农业大学,2009.

[39] 王晓霞,滑静,杨佐君,等.VC 及 VE 对热应激蛋鸡生产性能及抗氧化功能的影响[J].北京农学院学报,2000,15(4):37–40.

[40] 庞婧.低温及维生素 E 对笼养蛋雏鸭生产及生化指标的影响[D].哈尔滨：东北农业大学,2007.

[41] 韩慕俊.日粮维生素 E 水平对蛋鸡免疫应激的影响[D].硕士学位论文.北京:中国农业科学院,2008.

[42] 石慧芹,周建川,马秋刚,等.酵母硒和维生素 E 对氧化应激状态蛋鸡抗氧化能力的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(21):37–40.

[43] PANDA A K,RAMARAO S V,RAJU M V L N,et al.Effect of dietary supplementation with vitamins E and C on production performance,immune responses and antioxidant status of White Leghorn layers under tropical summer conditions[J].British Poultry Science,2008,49(5):592–599.

[44] 濮振宇.肉鸡日粮铜、铁、锌、锰优化供给方案初探[D].硕士学位论文.杨凌:西北农林科技大学,2016.

[45] GAJULA S S,CHELASANI V K,PANDA A K,et al.Effect of supplemental inorganic Zn and Mn and their interactions on the performance of broiler chicken,mineral bioavailability,and immune response[J].Biological Trace Element Research,2011,139(2):177–187.

[46] 罗晓容,吴兵,张继杰,等.如何体现微量元素预混料的有效性和安全性[J].饲料与畜牧,2014(10):51–55.

Effects of Dietary Vitamin E and Selenoyeast on Laying Performance, Hatching Performance and Vitamin E and Selenium Deposition in Egg of Yellow-Feathered Broiler Breeders

LIN Xiajing JIANG Shouqun* LI Long CHEN Fang GOU Zhongyong WU Qiwen FAN Qiuli JIANG Zongyong*

*Corresponding authors: JIANG Shouqun, professor, Email: jsqun3100@hotmail.com; JIANG Zongyong, professor, E-mail: jiangz38@hotmail.com (责任编辑 李慧英)

（*Guangdong Key Laboratory of Animal Breeding and Nutrition/Guangdong Public Laboratory of Animal Breeding and Nutrition, The Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed Science (South China) of Ministry of Agriculture, State Key Laboratory of Livestock and Poultry Breeding, Institute of Animal Science, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou* 510640, *China*）

Abstract: The effects of dietary vitamin E (VE) and selenoyeast on laying performance, hatching performance and vitamin E and selenium (Se) deposition in egg of yellow-feathered broiler breeders were studied. A 3×3 double factorial design with three levels of vitamin E (0, 20, 40 IU/kg) and three levels of Se (0, 0.15, 0.30 mg/kg) was used. Eight hundred and sixty four 32-week-old fast-growing *Lingnan* yellow-feathered parental broiler breeder hens were randomly assigned to nine groups with six replicates per group and sixteen hens per replicate according the similar laying rate and body weight. The nine groups were VE_0Se_0 group, $VE_0Se_{0.15}$ group, $VE_0Se_{0.30}$ group, $VE_{20}Se_0$ group, $VE_{20}Se_{0.15}$ group, $VE_{20}Se_{0.30}$ group, $VE_{40}Se_0$ group, $VE_{40}Se_{0.15}$ group and $VE_{40}Se_{0.30}$ group, respectively. The experiment lasted for 8 weeks. The results showed as follows: 1) dietary vitamin E and Se levels had no significant effects on weight gain, average daily egg mass, the ratio of feed to egg, average egg weight, laying rate, broken egg rate, unqualified egg rate of yellow-feathered broiler breeders (P>0.05). 2) Dietary vitamin E and Se levels had no significant effects on egg long diameter, egg short diameter, albumen height, yolk color, Haugh unit, yolk weight, eggshell weight, eggshell thickness of yellow-feathered broiler breeders (P>0.05). 3) Dietary vitamin E and Se levels had no significant effects on healthy chick birth weight, hatchability, altricial rate, fertilization rate of yellow-feathered broiler breeders (P>0.05). 4) Dietary vitamin E level had significant effect on the content of malondialdehyde (MDA) in plasma of yellow-feathered broiler breeders (P<0.05). The content of MDA in plasma had a decreasing tendency with the increase of dietary vitamin E level, and the content of MDA in plasma at 40 IU/kg vitamin E level was significantly lower than that at 0 IU/kg vitamin E level (P<0.05). Dietary vitamin E and Se levels had significant interaction on the content of MDA in plasma (P<0.05), and the content of MDA in plasma in $VE_{40}Se_0$ group was significantly lower

than that in $VE_0Se_{0.15}$ and $VE_0Se_{0.30}$ groups (P<0.05). 5) The contents of vitamin E and Se in egg of yellow-feathered broiler breeders was significantly increased with the increase of dietary vitamin E and Se levels (P<0.05), and dietary vitamin E and Se levels had significant interaction on the contents of vitamin E and Se in egg (P<0.05). In conclusion, vitamin E can improve the antioxidation level of yellow-feathered broiler breeders, and dietary vitamin E and Se levels had significant effects on the contents of vitamin E and Se in egg (P<0.05). It is suggested that corn-soybean meal diet of yellow-feathered broiler breeders do not need adding vitamin E and Se without any stress factors and without using feedstuffs in Se deficiency area.

Key words: yellow-feathered broiler breeder; vitamin E; selenoyeast; egg hatching